



71 Anmelder:
Alcatel SEL AG, 70435 Stuttgart, DE

72 Erfinder:
Mönch, Egon, Dipl.-Ing., 75198 Remchingen, DE

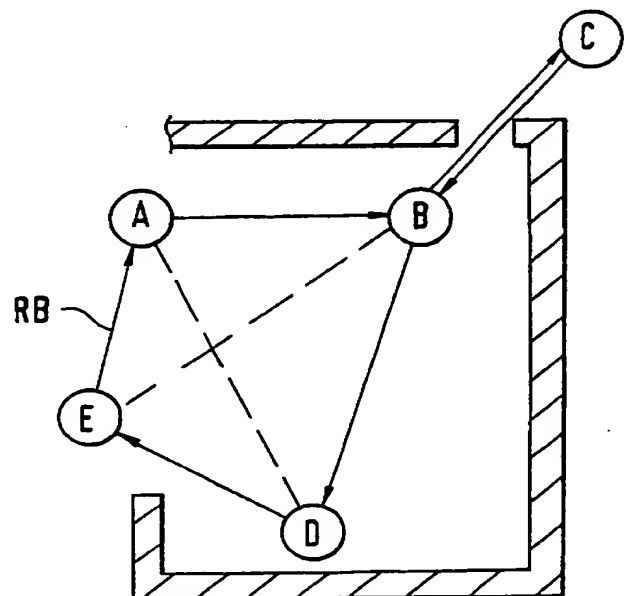
56 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit
in Betracht zu ziehende Druckschriften:

DE 43 43 839 A1
DE 43 35 832 A1
DE 43 17 143 A1
DE 43 03 999 A1
DE 39 08 940 A1
DE 27 02 023 A1

MATHAR, Rudolf, MATTFELDT, Jürgen: Channel
Assignment in Cellular Radio Networks. In: IEEE
Transactions On Vehicular Technology, Vol.42, No.4,
Nov. 1993, S.647-656;

54 Funkübertragungssystem mit über einen Funkbus verbundenen Funkvorrichtungen

57 Es wird ein Funkübertragungssystem mit einem einfach aufgebauten Funkbus sowie eine Funkvorrichtung und ein Verfahren zur Übertragung von Funksignalen innerhalb dieses Funkübertragungssystems vorgeschlagen. Jede Funkvorrichtung (A bis E) enthält einen Speicher (MA bis ME), in dem eine Liste (LA2 bis LE2) abgelegt ist. In jeder Liste (LA2) sind entsprechend der momentanen Empfangssituation nur diejenigen Funkvorrichtungen (B, D, E) angegeben, zu denen Funksignale übertragbar sind. Anhand der Listen (LA2 bis LE2) wird eine Reihenfolge (C2) festgelegt, nach der die Funkvorrichtungen (A bis E) auf den Funkbus (RB) zugreifen. Alle in den Listen angegebenen Funkvorrichtungen werden nach einer vorgegebenen Rangordnung (I bis V), beispielsweise nach einer alphabetischen Ordnung der Kennungen aller Funkvorrichtungen, geordnet. Danach wird in jeder Liste mindestens eine Funkvorrichtung markiert. Durch Weiterreichen einer Zugriffsberechtigung für den Funkbus (RB), einem sogenannten Token, von einer markierten Funkvorrichtung zur nächsten wird die Reihenfolge (C2) festgelegt. Somit kann die Topologie des Funkbusses (RB) an die momentane Empfangssituation angepaßt werden. Das Funkübertragungssystem ist besonders geeignet zum Einsatz im Bereich der Bürokommunikation oder der militärischen Funkübertragungsnetze.



Die Erfindung betrifft ein Funkübertragungssystem mit Funkvorrichtungen, die miteinander über einen Funkbus verbunden sind, und eine Funkvorrichtung sowie ein Verfahren zur Übertragung von Funksignalen innerhalb dieses Funkübertragungssystems.

Aus DE 38 43 565 A1 ist ein Funkübertragungssystem bekannt, das Funkvorrichtungen, insbesondere mobile Funktelefone, enthält. Diese sind zum wechselseitigen Übertragen von Funksignalen miteinander über eine Funkverbindungskette, einem sogenannten Funkbus, verbunden. Der dortige Funkbus wird aus drahtlos miteinander verbundenen Funkbuselementen gebildet, die wiederum drahtlos mit den Funktelefonen verbunden sind. Somit sind in dem dortigen Funkübertragungssystem die Funkvorrichtungen (Funktelefone) nur mittelbar über die dortigen Funkbuselemente miteinander verbunden. Wie in DE 38 43 565 A1, Spalte 4, letzter Absatz beschrieben, erfolgt dort eine Funkübertragung zwischen zwei Funktelefonen stets über die betreffenden Funkbuselemente und über eine dazwischen liegende Zentraleinheit. Demnach enthält das dortige Funkübertragungssystem einen aufwendig aufgebauten Funkbus. Wie der Zugriff auf den Funkbus erfolgt wird dort nicht näher beschrieben.

Aufgabe der Erfindung ist es ein Funkübertragungssystem mit einem einfach aufgebauten Funkbus sowie eine Funkvorrichtung und ein Verfahren zur Übertragung von Funksignalen innerhalb dieses Funkübertragungssystems vorzuschlagen.

Gelöst wird die Aufgabe durch ein Funkübertragungssystem mit den Merkmalen nach Anspruch 1 sowie durch eine Funkvorrichtung und durch ein Verfahren mit den Merkmalen nach einem der nebengeordneten Ansprüchen.

Demnach enthält jede Funkvorrichtung des Funkübertragungssystems einen Speicher, in dem eine Liste abgelegt ist, die nur diejenigen Funkvorrichtungen angibt, zu denen Funksignale übertragbar sind. Mit Hilfe von einzelnen in den Listen angegebenen Funkvorrichtungen ist eine Reihenfolge festlegbar, nach der die Funkvorrichtungen auf den Funkbus zugreifen. Somit können die Funkvorrichtungen direkt miteinander Funksignale austauschen. Funkbuselemente sind nicht erforderlich. Weiterhin kann durch Festlegung verschiedener Reihenfolgen der Funkbus beliebige Topologien annehmen, wie etwa offener Ring, geschlossener Ring oder Stern. Demnach kann das Funkübertragungssystem als dezentrales oder zentrales Funknetz ausgebildet werden.

Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind den Unteransprüchen zu entnehmen.

Im weiteren wird die Erfindung anhand dreier Beispiele und unter Zuhilfenahme folgender Figuren beschrieben:

Fig. 1 zeigt schematisch ein Funkübertragungssystem, Listen für Funkvorrichtungen und eine daraus festgelegte Reihenfolge für den Zugriff auf den Funkbus, wobei jede der Funkvorrichtungen Sichtfunkverbindung zu allen anderen Funkvorrichtungen hat.

Fig. 2 zeigt schematisch das Funkübertragungssystem, die Listen und eine anders festgelegte Reihenfolge, wobei eine der Funkvorrichtungen nur zu einer einzelnen der anderen Funkvorrichtungen Sichtfunkverbindung hat.

Fig. 3 zeigt schematisch das Funkübertragungssystem, die Listen und eine wiederum anders festgelegte

Reihenfolge, wobei zwei der Funkvorrichtungen nicht jeweils zu allen anderen Funkvorrichtungen Sichtfunkverbindung haben.

Die nachfolgend beschriebenen Beispiele betreffen ein und dasselbe Funksystem, wobei die Fig. 1 bis 3 verschiedene Funkempfangsverhältnisse betreffen, die durch Anwendung des erfindungsgemäßen Verfahrens zu verschiedenen festgelegten Reihenfolgen C1 bis C3 und zu entsprechend verschiedenen Funkbus-Topologien führen.

In den Fig. 1 bis 3 sind dabei jeweils dargestellt:

- a) das Funkübertragungssystem mit der jeweiligen Topologie;
- b) die Listen für die Funkvorrichtungen und
- c) die anhand der Listen festgelegte Reihenfolge, nach der auf den Funkbus zugegriffen wird.

In Fig. 1a) ist schematisch ein Funkübertragungssystem, welches hier ein drahtloses Bürokommunikationssystem mit fünf Funkvorrichtungen A bis E ist, dargestellt. Die Funkvorrichtungen sind beispielsweise drahtlose Telefone oder Funkmodems für Personal Computer. Jede der Funkvorrichtungen enthält einen Sendempfeänger TRX und einen damit verbundenen Speicher MA bis ME. Beispielhaft für alle Funkvorrichtungen ist in Fig. 1a) nur der Aufbau der Funkvorrichtung A und E schematisch dargestellt. Die anderen Funkvorrichtungen B, C und D sind symbolisch als Kreise dargestellt. Die Darstellung nach Fig. 1a) betrifft eine Situation mit optimalen Empfangsbedingungen für jede Funkvorrichtung. Demnach besteht zwischen allen Funkvorrichtungen Sichtfunkbedingung, so daß jede der Funkvorrichtungen mit jeder anderen Funksignale austauschen kann. Zur Übertragung der Funksignale greifen die Funkvorrichtungen A bis E sukzessive auf einen Funkbus RB, d. h. auf einen für das Funkübertragungssystem bereitgestellten Funkkanal zu.

In Fig. 1c) ist die Reihenfolge C1 zum Zugriff auf den Funkbus angegeben. Diese Reihenfolge bestimmt ein Weiterreichen einer Zugriffsberechtigung von einer der Funkvorrichtungen zur nächsten. Gemäß der in Fig. 1c) angegebenen Reihenfolge C1 erhält der Funkbus RB nach Fig. 1a) die Topologie in Form eines sogenannten TOKEN-Ring. Die Reihenfolge wird anhand aller in den Speichern MA bis ME abgelegten Listen festgelegt.

In Fig. 1b) sind schematisch für die Funkvorrichtungen A bis E die Speicher MA bis ME mit den darin gespeicherten Listen LA1 bis LE1 dargestellt. In jeder Liste sind diejenigen Funkvorrichtungen angegeben, zu denen die Funkvorrichtung, für die die Liste gilt, eine Funkverbindung aufbauen kann. In diesem ersten Beispiel sind aufgrund der optimalen Empfangssituation in jeder Liste, wie etwa in LA1 für die Funkvorrichtung A, alle anderen Funkvorrichtungen, wie hier B, C, D, E in LA1, angegeben. Demnach können Funksignale von jeder Funkvorrichtung an alle anderen übertragen werden.

Um nun anhand der Listen LA1 bis LE1 die Reihenfolge C1 nach Fig. 1c) festzulegen, werden die in den Listen angegebenen Funkvorrichtungen nach Rängen I bis V geordnet. In diesem Beispiel werden die Funkvorrichtungen anhand ihrer Kennungen A bis E alphabetisch geordnet, wobei die Funkvorrichtung A dem ersten Rang I zugeordnet wird. In jeder Liste LA1 bis LE1 wird nun diejenige dort angegebene Funkvorrichtung markiert, die gemäß der Rangordnung der Funkvorrichtung folgt, für die die Liste gilt, d. h. in LA1 die Funkvor-

richtung B mit dem Rang II, in LB1 die Funkvorrichtung C mit dem Rang III usw.

Die Reihenfolge C1 nach Fig. 1c) zum Zugriff auf den Funkbus ergibt sich dadurch, daß nach eigenem Zugriff auf den Funkbus durch eine der Funkvorrichtungen (z. B. C), diese eine Zugriffsberechtigung, einen sogenannten Token, an die innerhalb ihrer Liste (hier LC1) markierten Funkvorrichtung (d. h. hier an D) sendet. Demnach wird der Token gemäß dem Beispiel nach Fig. 1 in der Reihenfolge C1: A, B, C, D, E; A, B usw. von einer zur nächsten Funkvorrichtung weitergegeben.

In Fig. 2 ist ein zweites Beispiel des erfindungsgemäßen Funkübertragungssystems schematisch dargestellt. Die Fig. 2 ist vergleichbar zur Fig. 1 aufgeteilt in

- a) Darstellung des Funkübertragungssystems,
- b) Darstellung der gespeicherten Listen und
- c) Darstellung der Reihenfolge zum Zugriff auf den Funkbus.

In Fig. 2a) ist das Funkübertragungssystem in einer Anordnung dargestellt, die von einer Empfangssituation ausgeht, bei der die Funkvorrichtung C so abgeschattet ist, so daß sie nur zur Funkvorrichtung B Sichtverbindung hat. Diese Abschattung der Funkverbindung C ergibt sich in diesem Beispiel dadurch, daß die Funkvorrichtungen A, B, D und E sich in einem Raum befinden, die Funkvorrichtung C jedoch in einem Nachbarraum. Es soll nun die Topologie des Funkbusses RB an die nach Fig. 2a) dargestellte Situation angepaßt werden.

Dazu werden nach Fig. 2b) Listen LA2 bis LE2 erstellt, die in den Speichern MA bis ME der Funkvorrichtungen A bis E abgelegt sind. Das Erstellen einer jeden Liste erfolgt durch Auswertung der Empfangsverhältnisse an jeder Funkvorrichtung. Beispielsweise wertet die Funkvorrichtung B ihre Empfangsverhältnisse aus durch Abtasten der Funkkanäle (Scanning) und stellt somit fest, daß sie Funksignale von und zu allen anderen Funkvorrichtungen empfangen bzw. senden kann. Diese Funkvorrichtungen A, C, D und E werden wie bereits an Fig. 2 beschrieben, entsprechend der Rangordnung I bis V in die Liste LE2 eingetragen. Die Funkvorrichtung C stellt anhand des Ab tastens der Funkkanäle fest, daß sie nur zur Funkvorrichtung B Funksignale übertragen kann. Entsprechend ist in ihrer Liste LC2 nur diese Funkvorrichtung B eingetragen. Innerhalb der Listen LA2 bis LE2 werden nun Funkvorrichtungen markiert, um eine Reihenfolge C2 (siehe Fig. 2c)) festzulegen. Die Markierung der Funkvorrichtungen erfolgt entsprechend der Rangordnung I bis V und wie bereits anhand Fig. 1 beschrieben. Demnach sind folgende Funkvorrichtungen markiert: B in LA2, C in LB2, B in LC2, E in LD2 und A in LE2.

Die Reihenfolge C2 nach Fig. 2c) ergibt sich nun wie folgt: Der Token wird von der Funkvorrichtung, die zuletzt Zugriff auf den Funkbus hatte, an diejenige Funkvorrichtung weitergegeben, die innerhalb der Liste entsprechend der Rangordnung dieser Funkvorrichtung folgt. Somit gibt die Funkvorrichtung A den Token weiter an die Funkvorrichtung B, diese wiederum gibt den Token weiter an die Funkvorrichtung C. Von dort aus wird der Token zurückgegeben an die Funkvorrichtung B. Die Funkvorrichtung B stellt nun fest, daß sie den Token von der Funkvorrichtung C, an die sie den Token bereits gesendet hat, zurückgesendet hat. Daher wird nun der Token an die nächstfolgende Funkvorrichtung innerhalb der Rangordnung weitergegeben, d. h. an die Funkvorrichtung D.

Diese Funkvorrichtung ist innerhalb der Liste LB2 durch eine zweite Markierung gekennzeichnet. Nach Erhalt des Tokens gibt die Funkvorrichtung D diesen weiter an die Funkvorrichtung E und diese wiederum gibt den Token an die Funkvorrichtung A weiter. Damit ist ein Zyklus innerhalb der Reihenfolge C2 beendet.

Durch das erfindungsgemäße Speichern von Listen in jeder Funkvorrichtung und durch das Markieren einzelner Funkvorrichtungen ist in Abhängigkeit der momentanen Empfangssituation mindestens eine Reihenfolge zum Zugriff auf den Funkbus festlegbar. Die beschriebene Markierung der einzelnen Funkvorrichtungen steht beispielhaft für andere denkbare Markierungen. Je nach Häufigkeit der in den Listen angegebenen Funkvorrichtungen sind ein oder mehrere Reihenfolgen denkbar. Anhand eines dritten Beispiels soll nun die Festlegung einer Reihenfolge bei einer veränderten Empfangssituation beschrieben werden. Veränderungen der Empfangssituation können z. B. dadurch auftreten, daß die Funkvorrichtungen beweglich sind und ihren momentanen Aufenthaltsort ändern. Weiterhin ist denkbar, daß nichtbewegliche Funkvorrichtungen von Zeit zu Zeit an anderen Orten installiert werden. Auch können zu bereits vorhandenen Funkvorrichtungen noch weitere Funkvorrichtungen hinzukommen.

In Fig. 3, die entsprechend den vorhergehenden Figuren gegliedert ist, ist als drittes Beispiel eine weitere Empfangssituation dargestellt mit den daraus sich ergebenden Listen und mit der daraus resultierenden Reihenfolge. In der nach Fig. 3a) dargestellten Situation sind die Funkvorrichtungen C und E abgeschattet. Die Funkvorrichtung C hat dabei nur Funkverbindung mit der Funkvorrichtung B. Die Funkvorrichtung E hat dabei nur Funkverbindung zu den Funkvorrichtungen A und B. Nach Fig. 3b) ergeben sich folgende Listen LA3 bis LE3, die in den Speichern der Funkvorrichtungen abgelegt sind: In LA3 sind die Funkvorrichtungen B, D und E angegeben. In LB3 sind A, C, D und E, in LC3 ist nur B, in LD3 sind A und B und in LE3 sind A und B angegeben. Die Funkvorrichtungen sind innerhalb der Listen nach der bereits beschriebenen alphabetischen Rangordnung I bis V geordnet. Durch die ebenfalls bereits beschriebene Markierung einzelner Funkvorrichtungen in den Listen ergibt sich die nach Fig. 3c) festgelegte Reihenfolge C3: A, B, C, B, D, A, E usw. Der Zyklus dieser Reihenfolge C3 ist länger als der Zyklus der anderen bereits genannten Reihenfolgen C1 und C2. Aus Vergleich der Fig. 1, 2 und 3 wird deutlich, daß der Zyklus der festgelegten Reihenfolge umso länger wird, je schlechter die momentane Empfangssituation sich darstellt. Auch sind bei schlechter Empfangssituation wie anhand Fig. 3 ersichtlich, nur wenige verschiedene Reihenfolgen festlegbar. Dennoch ermöglicht das erfindungsgemäße oben beschriebene Verfahren zumindest die Festlegung einer Reihenfolge bei einer gegebenen Empfangssituation.

Das erfindungsgemäße Verfahren kann in Funknetzen verschiedener Größen, wie etwa sogenannter "large scale cellular systems" oder "pico cellular Systems" angewendet werden. Durch den zyklischen Zugriff auf den Funkbus sind im Bereich der Datenübertragung auch Echtzeitanwendungen problemlos durchführbar. Weiterhin ermöglicht das vorgestellte Zugriffsverfahren eine Datenübertragung mit geringen Schutzzeiten, so daß die Auslastung des Funkbusses sehr hoch ist. Darüberhinaus zeichnet sich das einfache Verfahren durch einen geringen Protokollaufwand aus.

Die Reihenfolge, nach welcher die Funkvorrichtungen

gen auf den Funkbus zugreift, kann etwa auch wie folgt bestimmt werden:

Jede Funkvorrichtung erstellt zunächst eine Liste und markiert eine der dort angegebenen Funkvorrichtungen, etwa die erste innerhalb der Liste. An diese wird nach eigenem Zugriff auf den Funkbus der Token weitergegeben. Dann wird in der Liste die nächstkommende Funkvorrichtung markiert. Am Beispiel der Liste LA3 nach Fig. 3 wird demnach zunächst die Funkvorrichtung B markiert, dann der Token von A an B weitergegeben und anschließend die Markierung von B auf D übertragen. Nach diesem Verfahren wechseln die Markierungen in den Listen zyklisch ihre Plätze. Am Beispiel nach Fig. 3 ergibt sich dann die Reihenfolge: A, B, A, D, A, E, A, B, C, B, D, B, E, B: A, B, A usw. Eine Rangordnung innerhalb der Listen ist nicht anzugeben, wodurch diese Variante der "zyklischen Markierung" sehr einfach auszuführen ist. Die sich ergebende Reihenfolge jedoch hat eine recht lange Periode, hier mit 14 Wechseln.

Das beschriebene Funkübertragungssystem eignet sich nicht nur zum Einsatz im Bereich der Bürokommunikation, sondern es sind auch andere zahlreiche Ausführungen denkbar, wie etwa im Bereich dezentraler militärischer Funknetze, zentraler öffentlicher Mobilfunknetze oder privater Bündelfunknetze.

Patentansprüche

1. Funkübertragungssystem mit Funkvorrichtungen (A, B, C, D, E), die zum wechselseitigen Übertragen von Funksignalen miteinander über einen Funkbus (RB) verbunden sind, dadurch gekennzeichnet, daß jede der Funkvorrichtungen (A) einen Speicher (MA) enthält, in dem eine Liste (LA2) abgelegt ist, die nur diejenigen Funkvorrichtungen (B, D, E) angibt, zu denen die Funksignale übertragbar sind, und daß in jeder Liste (LA2) mindestens eine (B) der dort angegebenen Funkvorrichtungen (B, D, E) markiert ist, wodurch eine Reihenfolge (C2) festlegbar ist, nach der die Funkvorrichtungen (A, B, C, D, E) auf den Funkbus (RB) zugreifen.
2. Funkübertragungssystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß jede der Funkvorrichtungen (A) zum Zugriff auf den Funkbus (RB) den Empfang einer Zugriffsberechtigung abwartet und diese nach eigenem Zugriff auf den Funkbus (RB) an eine in ihrer Liste (LA2) markierten Funkvorrichtung (B) sendet.
3. Funkübertragungssystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß jede Funkvorrichtung zumindest einmal in einer der Listen markiert ist.
4. Funkübertragungssystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Reihenfolge (C2) festgelegt ist durch eine Rangordnung (I bis V) der in den Listen angegebenen Funkvorrichtungen (A bis E) und durch die Markierung zumindest derjenigen Funkvorrichtung (B) innerhalb der jeweiligen Liste (LA2), die gemäß der Rangordnung derjenigen Funkvorrichtung (A) folgt, für die die Liste (LA2) gilt.
5. Funkübertragungssystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß zumindest einige der Funkvorrichtungen, mobile Funkvorrichtungen sind.
6. Funkübertragungssystem nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß das Funkübertragungssystem ein Bürokommunikationssystem, ein Mobil-

funksystem oder ein militärisches Funkübertragungssystem ist.

7. Funkübertragungssystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß jede der Funkvorrichtungen in ihrer Liste eine der dort angegebenen Funkvorrichtungen markiert und daß die Funkvorrichtung nach jedem eigenen Zugriff auf den Funkbus in ihrer Liste eine andere als die vorher markierte Funkvorrichtung markiert.

8. Funkvorrichtung (A) für ein Funkübertragungssystem, in dem diese Funkvorrichtung (A) mit anderen Funkvorrichtungen (B, C, D, E) über einen Funkbus (RB) zum wechselseitigen Übertragen von Funksignalen verbunden ist, dadurch gekennzeichnet, daß die Funkvorrichtung (A) einen Speicher (MA) enthält, in dem eine Liste (LA2) abgelegt ist, die nur diejenigen anderen Funkvorrichtungen (B, D, E) angibt, zu denen die Funksignale übertragbar sind, und daß von diesen Funkvorrichtungen eine (B) markiert ist, um nach eigenem Zugriff auf den Funkbus (RB) an diese eine Zugriffsberechtigung zu senden.

9. Verfahren zum wechselseitigen Übertragen von Funksignalen zwischen Funkvorrichtungen (A, B, C, C, E), die in einem Funkübertragungssystem über einen Funkbus (RB) miteinander verbunden sind, gekennzeichnet durch folgende Schritte:

— Für jede der Funkvorrichtungen (A) wird durch Auswertung der momentanen Empfangsverhältnisse eine Liste (LA2) erstellt, die nur diejenigen Funkvorrichtungen (B, D, E) angibt, zu denen die Funksignale übertragbar sind;

— in jeder Liste (LA2) wird mindestens eine (B) der dort angegebenen Funkvorrichtungen (B, D, E) markiert, um eine Reihenfolge (C2) festzulegen, nach der die Funkvorrichtungen (A, B, C, D, E) auf den Funkbus (RB) zugreifen.

10. Verfahren nach Anspruch 9 gekennzeichnet durch folgende weitere Schritte, in denen jede der Funkvorrichtungen (A):

— zum Zugriff auf den Funkbus (RB) den Empfang einer Zugriffsberechtigung abwartet,

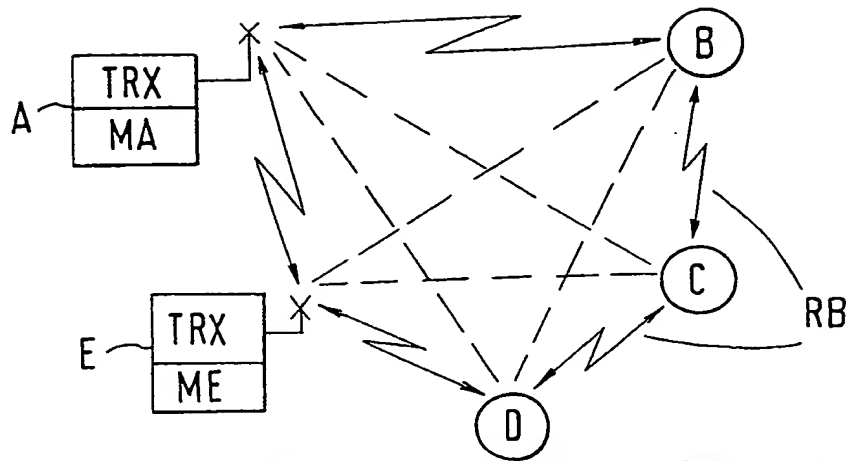
— zum Übertragen der Funksignale auf den Funkbus (RB) zugreift und

— nach diesem eigenen Zugriff auf den Funkbus (RB) die Zugriffsberechtigung an eine einzelne in ihrer Liste (LA2) angegebene Funkvorrichtung (B) sendet.

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

a):



b):

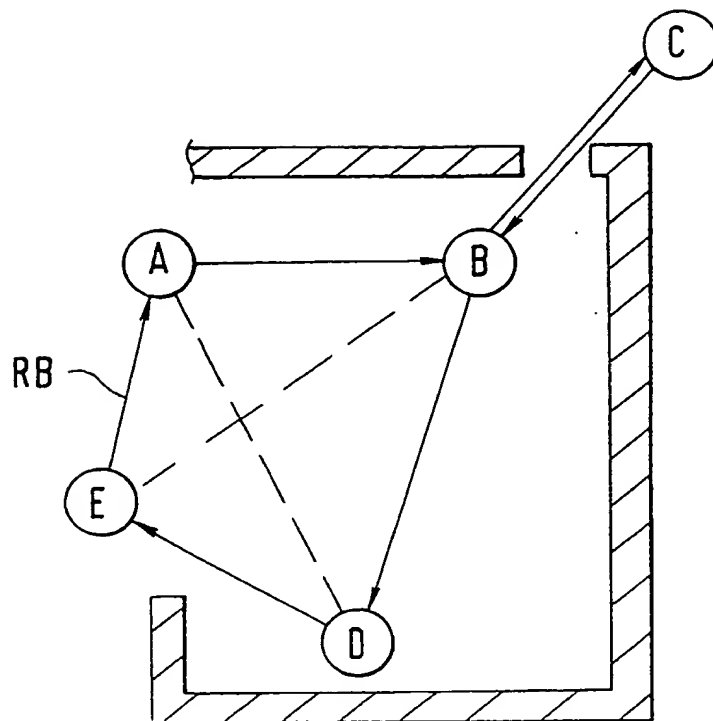
b):	MA			ME
	LA1	LB1	LC1	LD1	LE1
I	-	A	A	A	A
II	B	-	B	B	B
III	C	C	-	C	C
IV	D	D	D	-	D
V	E	E	E	E	-

c):

C1: A, B, C, D, E [A, B, C, ...

FIG.1

a):



b):

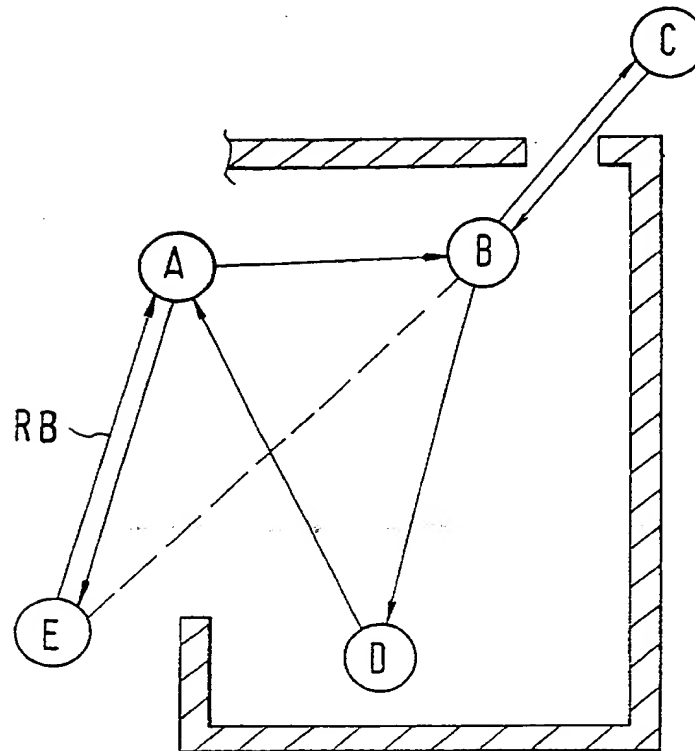
	MA 2		...		ME 2
	LA 2	LB 2	LC 2	LD 2	LE 2
I	-	A	-	A	A
II	B	-	B	B	B
III	-	C	-	-	-
IV	D	D	-	-	D
V	E	E	-	E	-

c):

C2 : A, B, C, B, D, E [A, B, C, ...

FIG.2

a):



b):

	MA	...	ME		
	LA3	LB3	LC3	LD3	LE3
I	-	A	-	A	A
II	B	-	B	B	B
III	-	C	-	-	-
IV	D	D	-	-	-
V	E	E	-	-	-

c):

C3 : A, B, C, B, D, A, E [A, B, C, ...]

FIG. 3